

March 28, 2001

11/7/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04497329     \*\*Image available\*\*

IMAGE PICKING UP AND SYNTHESIZING METHOD AND IMAGE PICKUP DEVICE WITH HIGH DYNAMIC RANGE

PUB. NO.:        06-141229 [JP 6141229 A]

PUBLISHED:      May 20, 1994 (19940520)

INVENTOR(s):    MORIMURA ATSUSHI

APPLICANT(s):   MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [000582] (A Japanese Company  
or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.:       04-288508 [JP 92288508 ]

FILED:           October 27, 1992 (19921027)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To output an image in which a signal level can be continued by using the image whose S/H can be kept satisfactorily, and performing synthesis smoothly as changing weight at the switching part of the image.

CONSTITUTION: A signal with short charge accumulation time out of the signals read out from a CCD 1 is recorded on memory 2, and it is read out from the memory 2 at almost the same timing as that when the signal with long charge accumulation time is read out from the CCD 1. A read out signal is multiplied by a constant by using a multiplier 3. Thence, the weight in accordance with the signal level is attached on it by a level weighing means H5. The weight is also attached on the signal with long charge accumulation time by a level weighing means L4. In such a manner, the weight is attached on image signals with different dynamic ranges, and they are added by an adder 6, and are synthesized into one image. A part with satisfactory state of the image is extracted by applying the weight, and the image with high dynamic range can be generated. The scanning speed of a synthesized image is converted so as to conform to the scan of a reference television signal.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3074967号  
(P3074967)

(45) 発行日 平成12年8月7日(2000.8.7)

(24) 登録日 平成12年6月9日(2000.6.9)

(51) Int.Cl.

H 0 4 N 5/235  
5/335

識別記号

F I

H 0 4 N 5/235  
5/335

Q

請求項の数10(全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平4-288508

(22) 出願日 平成4年10月27日(1992.10.27)

(65) 公開番号 特開平6-141229

(43) 公開日 平成6年5月20日(1994.5.20)

審査請求日 平成9年5月9日(1997.5.9)

早期審査対象出願

前置審査

(73) 特許権者 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 森村 淳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電  
器産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

審査官 関谷 隆一

(56) 参考文献 特開 昭62-108678 (J P, A)

特開 平2-107078 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/235 - 5/243

H04N 5/335

(54) 【発明の名称】 高ダイナミックレンジ撮像・合成方法及び高ダイナミックレンジ撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 電荷蓄積期間を制御できる撮像素子で撮像した画像信号を取り込む過程と、

(b) 前記電荷蓄積期間の異なる2枚以上の画像信号に対して前記電荷蓄積期間の比に応じて画像信号を定数倍し、画像の信号レベルに応じて重みを付けるレベル重み過程と、

(c) 前記レベル重み過程より得られた高ダイナミックレンジ信号のレベルを圧縮する処理において、前記高ダイナミック信号を周波数成分に分類し、周波数成分の低い成分に対しては線形に圧縮し、周波数の中間成分および高域の成分に対してはクリップする特性で圧縮するレベル圧縮過程を有する撮像・合成方法。

【請求項2】 電荷蓄積期間の制御は、

(a) 最も短い電荷蓄積期間の後に長い電荷蓄積期間が

あるように撮像素子を制御し、この時得られる電荷蓄積期間の異なる2枚以上の画像の信号を用いることを特徴とする請求項1記載の撮像・合成方法。

【請求項3】 電荷蓄積期間の異なる複数の光電変換の期間は、

(a) 少なくとも2つの期間以上は近接または連続していることを特徴とする請求項2記載の撮像・合成方法。

【請求項4】 レベル重み過程は

(a) 電荷蓄積時間の最も短い画像信号に対して信号レベルの高い部分に大きな重みを与え、

(b) 電荷蓄積時間の最も長い画像信号に対して信号レベルの低い部分に大きな重みを与え、

(c) 電荷蓄積時間の中間の画像信号に対して信号レベルの中間の部分に大きな重みを与えることを特徴とする請求項1、2または3記載の撮像・合成方法。

【請求項5】レベル圧縮過程は、

(a) 画像信号の周波数の低い信号成分に対して全信号レベルに圧縮を行い、

(b) 画像信号の周波数の中間の信号成分に対して信号レベルの中間値より高い信号に対して圧縮を行い、

(c) 画像信号の周波数の高い信号成分に対して信号レベルの低レベルを越えた信号に対して圧縮を行なうことを特徴とする請求項1、2、3または4記載の撮像・合成方法。

【請求項6】 (a) 電荷蓄積期間を制御できる撮像素子と、

(b) 前記電荷蓄積期間の異なる2枚以上の画像信号に対して前記電荷蓄積期間の比に応じて画像信号を定数倍し、同時に画像の信号レベルに応じて重みを付けるレベル重み手段と、

(c) 前記レベル重み過程より得られた高ダイナミックレンジ信号のレベルを圧縮する処理において、前記高ダイナミック信号を周波数成分に分類し、周波数成分の低い成分に対しては線形に圧縮し、周波数の中間成分および高域の成分に対してはクリップする特性で圧縮するレベル圧縮過程を有する撮像装置。

【請求項7】電荷蓄積期間の制御は、

(a) 最も短い電荷蓄積期間の後に長い電荷蓄積期間があるように撮像素子を制御し、この時得られる電荷蓄積期間の異なる2枚以上の画像の信号を用いることを特徴とする請求項6記載の撮像装置。

【請求項8】電荷蓄積期間の異なる複数の光電変換の期間は、

(a) 少なくとも2つの期間以上は近接または連続していることを特徴とする請求項7記載の撮像装置。

【請求項9】レベル重み手段は

(a) 電荷蓄積時間の最も短い画像信号に対して信号レベルの高い部分に大きな重みを与え、

(b) 電荷蓄積時間の最も長い画像信号に対して信号レベルの低い部分に大きな重みを与え、

(c) 電荷蓄積時間の中間の画像信号に対して信号レベルの中間の部分に大きな重みを与えることを特徴とする請求項6、7または8記載の撮像装置。

【請求項10】レベル圧縮手段は、

(a) 画像信号の周波数の低い信号成分に対して全信号レベルに圧縮を行い、

(b) 画像信号の周波数の中間の信号成分に対して信号レベルの中間値より高い信号に対して圧縮を行い、

(c) 画像信号の周波数の高い信号成分に対して信号レベルの低レベルを越えた信号に対して圧縮を行なうことを特徴とする請求項6、7、8または9記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自然界の光強度のダイ

ナミックレンジの高い被写体を、飽和や黒つぶれなく撮像する、高ダイナミックレンジの撮像・合成方法及び高ダイナミックレンジの撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、このような分野の技術としては、例えば特開昭63-306779号公報にみられる撮像素子の露光量（電荷蓄積期間）を制御し、連続して画像を合成して動画に対応できるようにしたものがある。図17はこの構成図であり、201はアナログ・デジタル変換器、202は制御回路、203はデジタル・アナログ変換器、204はカメラ信号処理回路、205は撮像素子、207はフィールドメモリ、208は切り替え回路である。この従来の高ダイナミックレンジ撮像装置の概念を図18を用いて簡単に示す。

【0003】撮像素子205の電荷蓄積期間を図18

(a)に示すように1/1000秒と1/120に切り替えながら順次撮像を行なう。次に1/1000の電荷蓄積期間のとき得られた画像は、一旦フィールドメモリ206に記録する。次に電荷蓄積期間1/120秒で得られる画像のタイミングでフィールドメモリ206から電荷蓄積期間1/1000秒で記録された画像を読みだし、1/120秒か1/1000秒かを条件に応じて切り替え（合成し）ながら、速度変換メモリ207に書き込む。切り替える条件は、（明細書の説明では矛盾があるが、推定では以下のようになる）電荷蓄積期間が1/120秒で白とびであり、かつ1/1000で黒つぶれで無い条件で、1/120秒の画像から1/1000の画像に切り替える。このように制御回路202画像を切り替える合成を行う。（図18(c)）合成された画像信号に対し、フィールドメモリ207で速度変換を行い、走査速度を通常のTV信号の速度にもとし、出力する。

【0004】このような処理に従い、画像を合成することにより、従来では白とびや黒つぶれになっていた画像の、白とびや黒つぶれを、電荷蓄積期間が異なる画像と置き換え、画像のダイナミックレンジの拡大を実現するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図17のような方法では、出力される画像は飽和や黒沈みのない部分を切り出したものとなり、信号レベルが連続して変化するコントラストの高い画像に対して、切り出した部分の不連続部分が発生し、画質の低下を引き起こす。

【0006】更に被写体が動いている場合、画像の光電変換を行なう期間が連続していないため、合成した画像上で物体が複数に分裂して見えることになる。

【0007】本発明は、上記課題を解決するもので、撮像合成された画像の信号のレベルが、コントラストの高い全ての画像に対して、全てのレンジにおいて連続になるような画像を出力できる高ダイナミックレンジ撮像・合成方法及び高ダイナミックレンジ撮像装置を提供することを目的としている。

【0008】また本発明は、画像の光電変換を行なう期間を連続になるように制御し、合成した画像上で物体が複数に分かれることはない高ダイナミックレンジ撮像・合成方法及び高ダイナミックレンジ撮像装置を提供することを目的としている。

【0009】さらに高ダイナミックレンジな撮像と同時に、カラー画像を撮像できる高ダイナミックレンジ撮像・合成方法及び高ダイナミックレンジ撮像装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記問題点を解決するために、電荷蓄積期間を制御できる撮像素子で撮像した画像信号を取り込む過程と、前記電荷蓄積期間の異なる2枚以上の画像信号に対して前記電荷蓄積期間の比に応じて画像信号を定数倍し、同時に画像の信号レベルに応じて重みを付けるレベル重み過程と、前記レベル重み過程より得られた高ダイナミックレンジ信号のレベルを撮像信号の見た目のコントラストを低下させることなく基準レベルに圧縮するレベル圧縮過程を有することを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明によれば、電荷蓄積期間の異なる2枚以上の画像を、その信号レベルに応じて重みを付けを行い、このレベル重み付けした画像を加算して合成し、更に標準テレビ信号の速度に変換する速度変換手段と、得られた高ダイナミックレンジ信号のレベルを基準レベルに圧縮し、暗い画像から明るい画像まで飽和やノイズの少ない画像を得る高ダイナミックレンジ撮像・合成方法及び高ダイナミックレンジ撮像装置を実現できる。

【0012】また本発明によれば、画像の光電変換を行なう期間（電荷蓄積期間）を連続になるように制御し、合成した画像上で物体が複数に分かれることはない高ダイナミックレンジ撮像・合成方法及び高ダイナミックレンジ撮像装置を実現できる。

【0013】更に本発明によれば、民生用に最も普及している単板（CCDを1つ用いた）カラー撮像装置において、その性能上最も課題とされている、ダイナミックレンジの大幅な改善が実現できる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0015】図1は、本発明の第1の実施例における高ダイナミックレンジ撮像装置の構成図を示すものである。図1において1は被写体の光電変換を行なう撮像素子、2は画像信号を記録するメモリ、3は信号レベルを常数倍する乗算手段、4、5は画像信号のレベルに応じて重みを付加するレベル重み手段、6は信号を加算する加算手段、7は画像信号の速度を変換する速度変換手段、8は画像信号のレベルを圧縮するレベル圧縮手段、9は各ブロックのタイミングを制御するタイミング制御

手段である。

【0016】以上のように構成された本発明の第1の実施例の高ダイナミックレンジ撮像装置について、以下その動作を説明する。

【0017】光強度の差で構成される被写体は撮像素子（以下CCD）1の撮像部に結像され、電気信号（電荷）に変換される。光の強度は電荷量に比例し、一定期間（電荷蓄積期間）に得られた電荷を電圧に変換し、電気信号として出力する構造となっている。従って電荷蓄積期間を短くすれば、光強度が強くても信号の飽和は発生せず、また電荷蓄積期間を長くすれば光強度の弱いものでも十分に大きな信号が得られる。（CCDは現在非常に一般的な素子であるので、基本的動作説明は省略する。）タイミング制御器9は、まずCCD1の電荷蓄積期間（光電変換期間）を制御する。

【0018】図2に制御を行なうタイミングを示す。図2は上から電荷蓄積期間、信号電荷読みだしタイミング、信号電荷高速転送期間、信号読みだしタイミングを示すものである。電荷蓄積期間は、期間の短いCS1と期間の長いCL1が順次繰り返され、CS1とCL1の合計がほぼ1フィールド期間になる。

【0019】図3にCCD1の簡単な構成図を示す。21はホトダイオード（光電変換部）（以下PD）、22は垂直CCD、23は信号電荷蓄積部、24は水平CCD、20はCCD1の受光部である。電荷蓄積期間CS1、CL1において、信号電荷はPD21に徐々に蓄積され、信号読みだしパルスRS1、RL1により、垂直CCD22に転送される。図2の場合、電荷蓄積期間は信号読みだしパルスRS1、RL1のそれぞれの期間で決定される。RL1のタイミングで信号を読みだしたときは、垂直CCD22から蓄積部23への信号電荷の高速転送をすぐに開始する。RS1のタイミングで読みだしたときは、前に読みだした信号が全て水平CCD24に出力された時点で、信号電荷の垂直CCD22から蓄積部23への高速転送を開始する。信号の出力は蓄積部23に信号が転送されたのち、蓄積部23から水平CCD24を通して順次出力する。出力のタイミングを図2に示す。信号出力の速度は、通常のほぼ2倍の速度で行なう。これは本実施例では、1フィールドに電荷蓄積期間を変えた2種類の信号を用いるためである。

【0020】このようにしてCCD1から読みだした信号を、CS1の電荷蓄積期間の短い信号はメモリ2に記録し、CL1の電荷蓄積期間の長い信号がCCD1から読みだされるのとはほぼ同じタイミングでメモリ2から読み出す。メモリ2から読み出した信号を、乗算器3を用いて常数倍する。倍率はCL1/CS1とし、本実施例では4倍とする。倍率を掛けることで、電荷蓄積期間の異なる信号での、同じ被写体の信号レベルを原理的に同レベルとする。（飽和した信号は同レベルにはならない。）次に信号レベルに対応した重みを、レベル重み手段H5で

付ける。CL1の電荷蓄積期間に対応する信号に対して、レベル重み手段L4で重みを付ける。それぞれの重みの特性を図4に示す。横軸は入力信号のレベルであり、縦軸は信号に付する重みである。レベル重みLは入力信号レベルの80%までは1の重みとし、80%から100%まで直線的に重みの値を下げ、入力レベル100%で重み値を0とする。これに対し、レベル重みHは入力信号レベルの80%までは0の重みとし、80%から100%まで直線的に重みの値を上げ、入力レベル100%で重み値を1とする。入力レベル100%以上は重み値は全て1とする。電荷蓄積期間の異なる画像間での信号のつながり(連続性)が悪い場合、破線で示したようにオーバーラップ部を増加させ、つながりを改善することも可能である。このようにしてダイナミックレンジの異なる画像信号に重みを付け、加算器6で加算することにより合成し、1枚の画像とする。この重み付けにより画像の状態(S/N比が良く、飽和のない部分)のよい部分を抽出し、ダイナミックレンジの高い画像を合成する。合成された画像は、CCD1の信号読み出しの段階で、通常の約2倍の速度としているため、標準テレビ信号の走査に対応するように、信号の走査速度を1/2に変換する。

【0021】図5は各部分での信号の振幅と時刻の概要を示すものである。図の上部に矢印で示した期間が1フィールドの期間である。被写体は、垂直方向に反射率が徐々に高くなる(明るくなる)2種類(明るさの異なる)の被写体を撮像した様子を示すものである。CS1の電荷蓄積期間に対応する信号をSで示し、CL1の電荷蓄積期間に対応する信号をLで示す。Sは明るい部分が飽和せず(暗い部分は信号レベルは小さく十分なS/Nがない)、Lは暗い部分が十分な振幅の信号に変換されている(明るい部分は飽和する)。Sの部分の信号を、メモリ2により時間シフトして、Lの部分の信号と一致させる。次にそれぞれのレベルに応じた重み付けを行なう。レベルに応じた重み付けにより、Sの部分は低レベルの信号が圧縮され、Lの部分は高レベルの信号が圧縮される。これは、それぞれs/n比の悪い部分や、飽和を含む信号を用いずに画像を合成するために行なう。このレベル重み付した信号を加算して合成することにより、ダイナミックレンジの広い信号を合成することが可能となる。次に約2倍の速度で読み出された信号を、通常の速度に変換して出力する。図5のように、2倍速の信号の書き込みと同時に通常の速度に変換した信号を出力すると、速度変換に使用するメモリーはフィールドの1/2の画素数で良い。

【0022】合成された画像の信号レベルは、最大で400%となるが、次のレベル圧縮手段8でレベルを100%に圧縮する。レベル圧縮手段8の特性を図6に示す。入力された信号を周波数成分に分類し、周波数成分の低い成分に対して、同図(a)に示す通り400%ま

での信号を、線形に圧縮する。周波数の中間の成分に対して、入力成分の50%まではそのまま出力し、50%を超えるものについてはクリップする特性とする。周波数の高域の成分に対して、入力成分の20%まではそのまま出力し、20%を超えるものについてはクリップする特性とする。このような特性にすることにより、一定のレベルの変化している信号は、ほぼそのまま出力し、圧縮前の画像と比較して変化したという印象与えずに、画像を再現する。また人間にとって比較的絶対感度の低い(相対感度は高いが絶対レベルは、かなり不正確である)低周波成分は1/4に圧縮して出力するが、大きな違和感なく通常の画像として観察される。

【0023】以上のように、まずCCDを制御することにより、電荷蓄積期間の異なる複数(2枚)の画像を撮像する。電荷蓄積期間の違いによる信号レベルの違いを補正し、これらの画像から信号が飽和せずまた十分なS/N比を保った部分に、大きな重みを付けることにより選択すると同時に、2枚の画像を滑らかに(レベルの急激な変化がなく信号レベルの連続性を保って)合成する。ダイナミックレンジが広く、信号振幅の大きくなった信号を、信号の周波数成分別に圧縮し、標準信号レベルに変換して出力する。このようにして、ダイナミックレンジの狭いCCDの電荷蓄積期間を制御した複数の画像から、ダイナミックレンジを拡大した画像を合成する。画像合成にさいし、S/Nが十分保たれた部分の画像を用い、画像間の切り替わりの部分では、重みを変化させながら画像間を滑らかに合成するため、自然で違和感が全くなくダイナミックレンジの高い画像を撮像することが可能となる。更に画像の圧縮にさいし、画像の細部は多くの場合大きな変化を受けないように、また画像の大きな部分は変化が知覚されにくい様に圧縮する。従って標準の出力レベルまで圧縮した場合においても、ダイナミックレンジを増加させても不自然な印象が発生せず、自然な画像を出力できる。

【0024】(第2の実施例)次に本発明の第2の実施例としての、高ダイナミックレンジ撮像方法及び高ダイナミックレンジ撮像画像合成装置の構成を以下に示す。第1の実施例と異なる点は、画像合成部10であり、その他の部分の構成は基本的に同じである。本発明の第2の実施例の画像合成部を図7に示す。2a、2bは画像を蓄積し読み出すメモリ、3a、3bは信号のレベルを常数倍する乗算器、5a~5cは画像信号に重みを付けるレベル重み手段、6aは画像信号を加算する加算器である。以上のように構成された、第2の実施例のダイナミックレンジ画像合成装置は以下の動作をする。

【0025】撮像素子1(以下CCD)の駆動タイミングを図8に示す。第1の実施例と異なるのは、電荷蓄積期間を3つの期間(短期CS4、中期CM4、長期CL4)に分割し、この3つの期間に得られた画像信号を合成する事にある。またこれらの画像信号を得る電荷蓄積

期間は互いに近接（連続）するように設定する。CS4はCM4と、またCM4はCL4と近接（連続）させている。CCDのホトダイオードから画像信号を読み出す手順は第1の実施例と同様であるので省略するが、信号読み出しパルスで垂直CCDに読み出された信号電荷が、全て電荷蓄積部に転送されてから、次の信号電荷を読み出す。またCS4の期間の開始点は、CCDのホトダイオードから、CCDの基盤に電荷を垂直方向に移動させる、電荷縦抜きパルスを加えることで行なう。（CCDの構造の説明は本発明には特に問題としないので省略する）このパルスを加えることにより、ホトダイオードに蓄積されている電荷は全て基盤に移動し、パルスが終了した時点から再び信号となる電荷の蓄積が開始される。

【0026】画像信号のレベル比に対応する電荷蓄積期間の比（CS4：CM4及びCM4：CL4）は、1：2～1：4程度に設定する。比を大きく取ると、ダイナミックレンジは大きく取れるが、大きくしすぎるとノイズが目立ちやすくなることもある。図8において、

(a)は電荷蓄積期間を長くとした場合、(b)は電荷蓄積期間を短くとした場合である。ともにそれぞれの電荷蓄積期間は連続するように設定した場合である。動きの速い被写体の最適な露光時間（電荷蓄積期間）が複数の期間にわたる場合、各電荷蓄積期間を連続させることにより、通常の撮像と同様にその被写体につながった（連続した）画像を得ることができる。電荷蓄積期間が連続していない場合、動きの速い被写体は分離して見えることになり、不自然となる。

【0027】このようにしてCCD1から画像信号を読み出し、CS4の期間で光電変換を行なった信号を一旦メモリ2aに記録し、CM4の期間で光電変換を行なった信号はメモリ2bに記録する。またCL4の期間で光電変換を行なった信号は、レベル重みL5Cに直接入力する。このCL4の読み出しと同時に、一旦メモリ2a、2bに記録したCS4、CM4の信号を読み出し、電荷蓄積期間の比に反比例した重みを、乗算器3a、3bでかけ、レベル重みM5b、H5aに入力する。CL4：CM4=1：3であれば、乗算器3bには3倍の係数をかけ、CL4：CS4=1：9であれば、乗算器3aには9倍の係数をかける。レベル重み5aから5cの様子を図9に示す。各レベル重みは、飽和した部分や信号レベルの小さい部分は使用しない重みとしている。このような重みを付加し、加算器6aで加算することにより、各信号レベルで飽和やノイズの大きな増加はなく、ダイナミックレンジの十分広い画像信号が合成できる。

【0028】このようにして画像信号を合成した後、画像信号の走査速度を通常の速度（1/3）に変換し、信号レベルの圧縮を行う。本実施例では、撮像装置に用いる $\gamma$ 補正を信号レベルの圧縮に用いる。第1の実施例では信号の帯域別に異なる処理を行なう方法を示したが、

テレビ信号として用いる場合には、 $\gamma$ 補正を正確に施すことが可能となる。図10に $\gamma=0.45$ の補正曲線を示す。出力レベル15%以下ではゲイン（入出力の変化率）が10倍以上、10%以下では約20倍以上と非常に大きなゲインとなる。従って通常撮像装置では、入力レベルの低い部分の最大ゲインを、6倍から4倍（一点鎖線及び破線で示す）程度に制限する。このため黒レベルに近い部分が沈む（レベルが下がる）ことになる。また $\gamma$ 補正を正確に行おうとすると、大きなゲインがかかり、S/N比が低下する。本発明では、900%まで飽和の無い信号を得ることができるため、本発明の信号の600%を $\gamma$ 補正の入力レベルの100%に対応させることにより、20倍のゲインがかかる場合においても、トータルゲインとしては、3.33倍と非常に小さなゲインとなり、S/Nのよい、かつ正確な $\gamma$ 補正を施すことが可能となる。またレベル重みM、Hの処理の前に3倍または9倍のゲインを掛け、ノイズが増加することが懸念される。しかし $\gamma$ 補正の場合、レベル重みM、Hの処理の前の3倍または9倍のゲインの高い部分は、信号が圧縮されるため信号処理のトータルゲインとして各電荷蓄積期間の信号に対してゲインが2～3倍と分散され、総合画質として非常に良いものが得られる。

【0029】以上のように、本発明の第2の実施例では、露光時間（電荷蓄積期間）を短期、中期、長期の3つの期間に分け、更にそれぞれの期間を近接（連続）させ、速く移動している被写体に対して、撮像画像で被写体が分離（2重に分かれる）しないようにする。また撮像された信号に対し、信号レベルを線形を保ったまま、連続的に合成することにより、同時に暗いところから明るいところまで、連続的な信号を得ることが可能である。更にテレビの撮像装置として用いる場合、正確な $\gamma$ 補正を施すことが可能となり、信号レベルの高い部分から低い部分まで、S/N比のよい信号を得ることが可能となる。また高ダイナミックレンジ画像の合成を線形な合成で行うため、本システムを3系統用意してRGBに対応させることにより、カラー化することが可能である。また第1の実施例においてもレベル圧縮器を $\gamma$ 補正の特性とする事により、RGB3系統によるカラー化が可能である。

【0030】（第3の実施例）次に本発明の第3の実施例としての、高ダイナミックレンジ撮像方法及び高ダイナミックレンジ撮像画像合成装置の構成を以下に示す。第1及び第2の実施例と異なる点は、CCDに色フィルターを付加しCCDから出力された画像の合成を、撮像装置として必要な非線形処理及び信号処理を行なった後に行う点と、画像の合成を正負両極性の色差信号でも行う点である。本発明の第3の実施例の画像合成部を図11に示す。同図において前述の実施例と同じ機能を有するものは、同じ番号を付し説明は省略する。11は色フィルター付きの撮像素子（CCD）、12は非線形処理

手段、13は輝度及び色差信号処理手段、14は画像信号を記録読みだすメモリ、3cから3gは信号レベルを常数倍する乗算器、15a, bは画像信号のレベルに応じて重みを付加及び出力する重み・制御手段、6b, cは信号を加算する加算器、7aは画像信号の速度を変換する速度変換手段、8aは画像信号のレベルを圧縮するレベル圧縮手段、9は各ブロックのタイミングを制御するタイミング制御手段、16は信号レベルの比を演算する比演算手段である。

【0031】以上のように構成された本発明の第3の実施例について、以下その動作の説明を行う。CCD11から輝度及び色差信号処理手段13までの信号処理は、通常のビデオカメラと信号処理の速度を除いては、同一の処理を行う。(詳細はテレビジョン学会誌Vol. 45 No. 9 1991 pp1060-1066 及び pp1080-1088) またCCD11の電荷蓄積期間の制御と信号の読みだし方法は、第1第2の実施例と同様であり、電荷蓄積期間を制御した2倍または3倍の高速読みだしをする。CCD11は図12に示される色フィルターを画素に付加し、これらの色フィルターを通して得られた信号の加減算により、輝度信号及び色差信号またはRGB原色信号を得られる構成とする。まず非線形処理12では、CCDの画素の平均信号レベルが $\gamma$ 補正の出力レベルとなるよう、各画素単位の信号にゲイン制御を行う。 $(\gamma$ 補正の簡易的方法)このようにして得られた信号を平均(帯域制限)することにより、輝度信号Yとする。色差信号R-Y, B-Yは、

【0032】

【数1】

$$R-Y = (Mg+Ye) - (Cy+G)$$

【0033】

【数2】

$$B-Y = (Mg+Cy) - (Ye+G)$$

【0034】の近似演算を行うか、または次式のようにRBY信号を各画素信号から求め、R-Y, B-Yを得る。

【0035】

【数3】

$$R = 1/2 (Mg+Ye-Cy)$$

【0036】

【数4】

$$B = 1/2 (Mg+Cy-Ye)$$

【0037】

【数5】

$$Y = 1/n (Mg+Ye+Cy+G)$$

n:定数

【0038】このようにして輝度信号と、色差信号を合成する。本実施例の場合、演算速度は通常の場合の約2倍で行い、短い電荷蓄積期間から演算された信号は、メモリ14に書き込む。長い電荷蓄積期間から演算された輝度信号は、重み・制御Lに出力される。長い電荷蓄積期間から演算された色差信号は、乗算器3fに出力される。これと同時に短い電荷蓄積期間の信号から演算された輝度信号と、色差信号は、メモリ14から読みだされ、まず乗算器3c, 3dに入力されレベルの補償を行う。レベル補償のために掛ける定数は、長短の電荷蓄積期間の比や、 $\gamma$ 補正值により異なるが、1.5から2.5程度の値にする。電荷蓄積期間の比をa ( $a < 1$ )、レベル補償の定数をb とすると

【0039】 $b = 1/(a^{\gamma})$  (ここで $\gamma$ は指数を示す)

【0040】であらわされ ほぼ1.5から2.5の値に設定する。この設定値により電荷蓄積期間と、 $\gamma$ 補正による非線形処理によるレベル差を補正する。レベル差を補正した電荷蓄積期間の短い輝度信号を重み・制御H15bに入力する。重み・制御L, H, 15a, 15bの重みの特性は、図4に示したものと同一である。第1の実施例のレベル重みL4、H5と異なるのは、現在の輝度信号レベルに対応して付加した重み値を、重み値としても出力する点である。この重み値は、乗算器3e, 3fに出力され、色差信号の信号レベルを制御する。色差信号のレベルの制御を乗算器で行うのは、色差信号のレベルが、撮像素子11から出力される信号レベルと1:1の対応が無いからである。このようにして、輝度信号、色差信号に、電荷蓄積期間の異なりと、 $\gamma$ 補正による非線形処理によるレベル変化を補正し、画像信号の飽和が無くS/Nの良い部分を抽出し、加算器6b, 6cで加算し、合成する。合成された信号を速度変換器7aで通常の変換速度に変換する。通常の変換速度に変換された輝度信号は、レベル圧縮器8aにより第1の実施例と同様に輝度信号のレベル圧縮を行う。色差信号のレベル圧縮は、レベル圧縮器8aの入出力の比を比検出器16で求め、この比に応じて、乗算器3gを制御し色差信号のレベル圧縮を行う。

【0041】以上のようにCCDの各画素信号に、色信号を重畳した場合においても、CCDの電荷蓄積期間を制御し、各電荷蓄積期間で輝度信号と色差信号を合成してから、ダイナミックレンジ伸張圧縮処理を行う。色差信号には、CCDの出力信号レベルと1:1の対応が無い場合、CCDの出力信号レベルと1:1の対応がある、輝度信号の処理に応じた重みを乗算で行い、ダイナミックレンジの伸張抑圧処理とする。画素信号から色差信号への変換は、演算速度は異なるが通常の撮像と同じ



条件で行い、ダイナミックレンジ伸張の処理を含めないため、ダイナミックレンジ伸張時の僅かな誤差があった場合にも、色差信号への影響は非常に少ない。

【0042】以上のように民生用に最も普及している、単板（CCDを1つ用いた）撮像装置において、その性能上最も課題とされている、ダイナミックレンジの大幅な改善が実現でき、その実用的価値は非常に高い。

【0043】なお本発明の実施例では電荷蓄積期間の比を3倍または4倍としたが、これ以外の値を用いても良い。

【0044】また本発明の第1の実施例で示したレベル圧縮の特性は1例であり、この特性に限る必要はない。第1の実施例では周波数の低い成分について、線形な圧縮としたが、たとえば図16に示すように $\gamma$ 補正のような信号の低レベルのゲインを増加させる特性として、もとの $\gamma$ 特性の不十分な部分を補うものでも良く、周波数の中間や高域についてもこの特性に限る必要はなく、S字特性を用いてS/Nの劣化を最小限にする特性も実現できる。

【0045】また本発明の第2の実施例で示した $\gamma$ 補正は、本発明の第3の実施例のように、画像を合成する前でも可能である。

【0046】さらに第3の実施例の $\gamma$ 補正は、簡易の $\gamma$ 補正に限る必要はなく、Y、R、Bに分離後、正規の $\gamma$ 補正を行っても良いのは当然である。限る必要はない。

【0047】加えて本発明の第1の実施例で示したCCDの制御方法は1例であり、図13、図14に示すように示すように変形可能である。

【0048】さらに、本発明の実施例ではFIT-CCD（フレームインターライントランスファーCCD）を用いた例を示したが、電荷蓄積期間の連続性を多少犠牲にすると、IL-CCD（インターライントランスファーCCD）を用いることができ、この時CCDの制御は図15に示す様なものとなる。また図13のCCDの制御は電荷蓄積期間が1度フィールド期間の1/2となっているため、FIT-CCDでなくIL-CCDでも可能である。

【0049】なお本発明の実施例は装置の形態で示したが、この構成に従って計算機で処理をおこなうソフト（方法）として実現しても良いのは当然である。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ダイナミックレンジの狭いCCDの電荷蓄積期間を制御した複数の画像から、ダイナミックレンジを拡大した画像を合成する。画像合成にさいし、S/Nが十分保たれた部分の画像を用い、画像間の切り替わりの部分では、重みを変化させながら画像間を滑らかに合成するため、自然で違和感が全くなくダイナミックレンジが高い画像を撮像することが可能となる。更に画像の圧縮にさいし、画像の細部は多くの場合大きな変化を受けないように、また画像の大きな部分は変化が知覚されにくい様に

圧縮する。従って標準の出力レベルまで圧縮した場合においても、ダイナミックレンジを増加させても不自然な印象が発生せず、自然な画像を得る事が可能となる。

【0051】また、本発明の第2の実施例では、露光時間（電荷蓄積期間）を短期、中期、長期の3つの期間に分け、更にそれぞれの期間を近接（連続）させ、速く移動している被写体に対して、撮像画像で被写体が分離（2重に分かれる）しないようでき、同時にダイナミックレンジを通常の1桁程度改善する事が可能となる。また撮像された信号に対し、信号レベルを線形を保ったまま、連続的に合成することにより、同時に暗いところから明るいところまで、連続的な信号を得ることが可能である。テレビの撮像装置として用いる場合、正確な $\gamma$ 補正を施すことが可能となり、信号レベルの高い部分から低い部分まで、S/N比のよい信号を得ることが可能となる。また高ダイナミックレンジ画像の合成を線形な合成で行うため、本システムを3系統用意してRGBに対応することにより、カラー化することが可能である。

【0052】更に本発明の第3の実施例では、民生用に最も普及している、単板（CCDを1つ用いた）カラー撮像装置において、その性能上最も課題とされている、ダイナミックレンジの大幅な改善が実現できる。

【0053】以上のように、本発明の高ダイナミックレンジ撮像方法及び高ダイナミックレンジ撮像装置は、現在課題となっている撮像装置のダイナミックレンジ不足を解消し、ビデオカメラなどに必要なカラー化が可能な装置が実現でき、その実用的価値は非常に大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高ダイナミックレンジ撮像装置の第1の実施例の構成を示すブロック図

【図2】撮像素子の駆動タイミングの概要を示す駆動タイミング図

【図3】撮像素子の構成の概要を示す撮像素子構成図

【図4】レベル重みの特性を示す特性図

【図5】撮像装置の動作タイミングを示す動作タイミング図

【図6】レベル圧縮の特性の1例を示す特性図

【図7】本発明の高ダイナミックレンジ撮像装置の第2の実施例の構成を示すブロック図

【図8】撮像素子の駆動タイミングの概要を示す駆動タイミング図

【図9】レベル重みの特性を示す特性図

【図10】レベル圧縮の特性の1例を示す特性図

【図11】本発明の高ダイナミックレンジ撮像装置の第3の実施例の構成を示すブロック図

【図12】撮像素子の色フィルターの1例を示す色フィルター構成図

【図13】撮像素子の駆動タイミングの概要を示す駆動タイミング図

【図14】撮像素子の駆動タイミングの概要を示す駆動

## タイミング図

【図15】撮像素子の駆動タイミングの概要を示す駆動

## タイミング図

【図16】レベル圧縮の特性の1例を示す特性図

【図17】従来の撮像装置の構成図

【図18】従来の撮像装置の動作説明図

【符号の説明】

1、11 撮像素子 (CCD)

2、14 メモリ

3 乗算手段

4、5 レベル重み付加手段

6 加算手段

7 速度変換手段

8 レベル圧縮手段

9 タイミング制御手段

12 非線形処理手段

13 輝度・色差処理手段

15 レベル重み付加・制御手段

16 比演算手段

20 撮像素子受光部

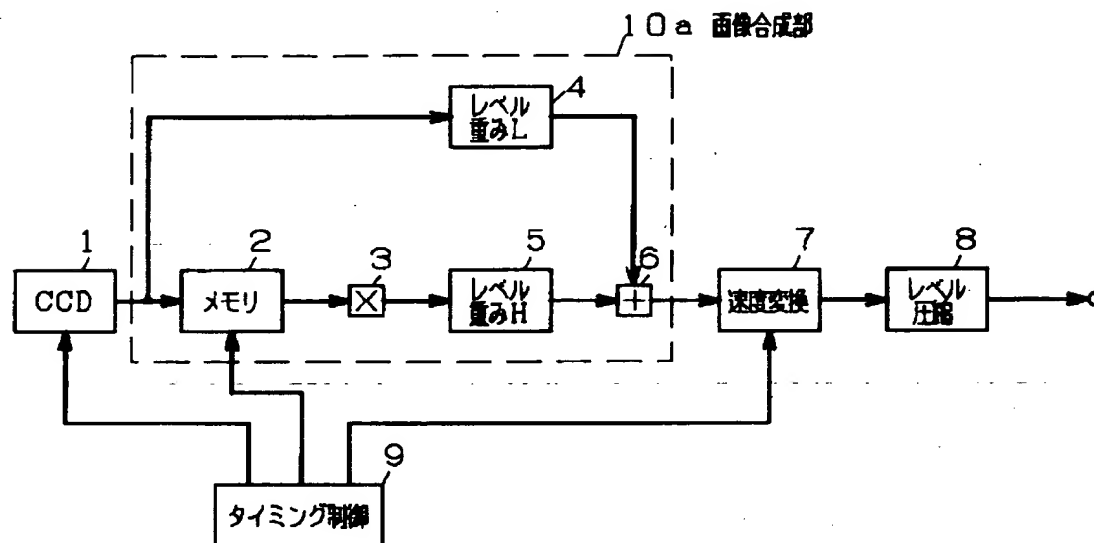
21 ホトダイオード (光電変換部)

22 垂直転送CCD (V-CCD)

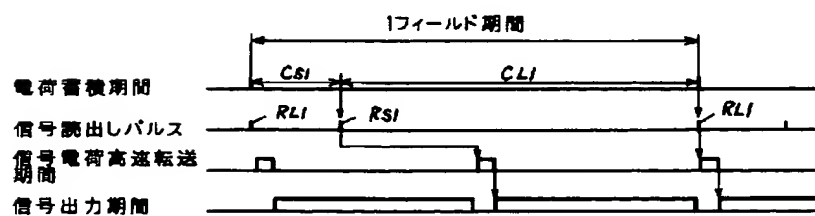
23 信号電荷蓄積部

24 水平転送CCD (H-CCD)

【図1】



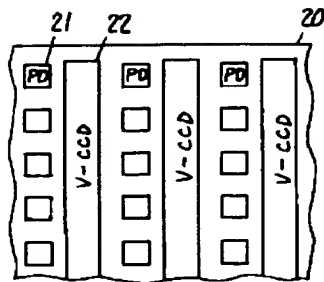
【図2】



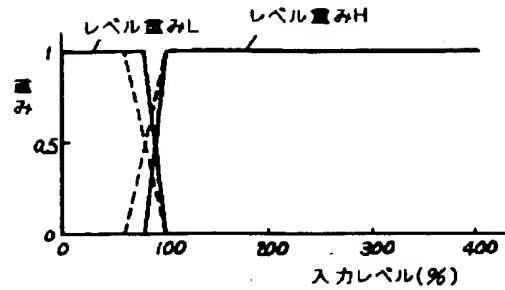
【図12】

Ye	Cy	Ye	Cy	Ye
Mg	G	Mg	G	Mg
Ye	Cy	Ye	Cy	Ye
G	Mg	G	Mg	G
Ye	Cy	Ye	Cy	Ye

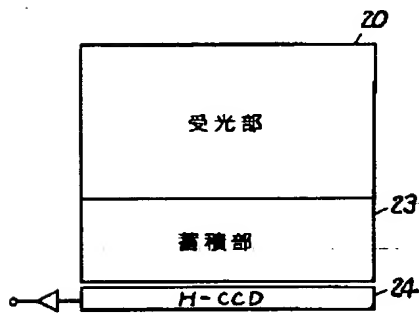
【図3】



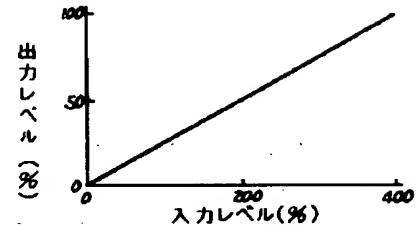
【図4】



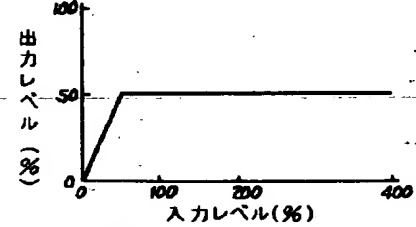
【図6】



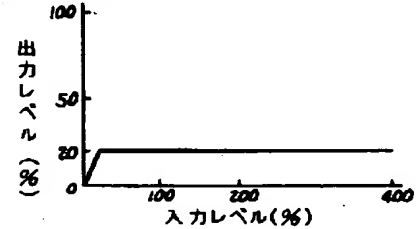
(a) DC～低周波域



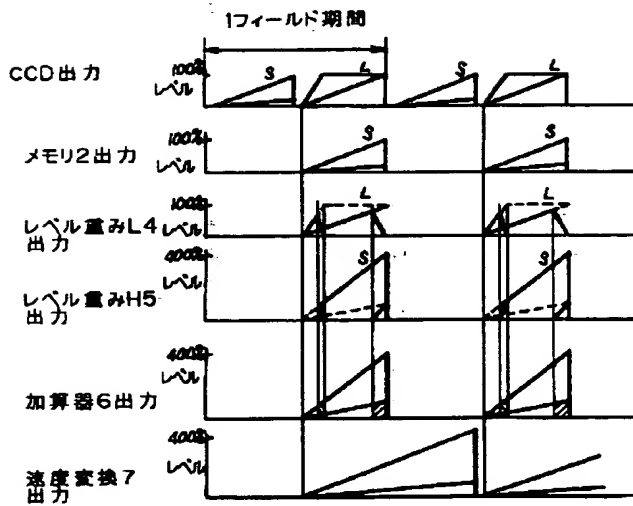
(b) 中間域



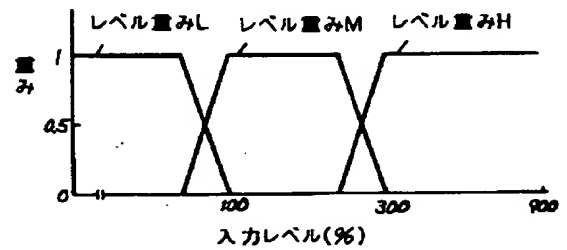
(c) 高周波域



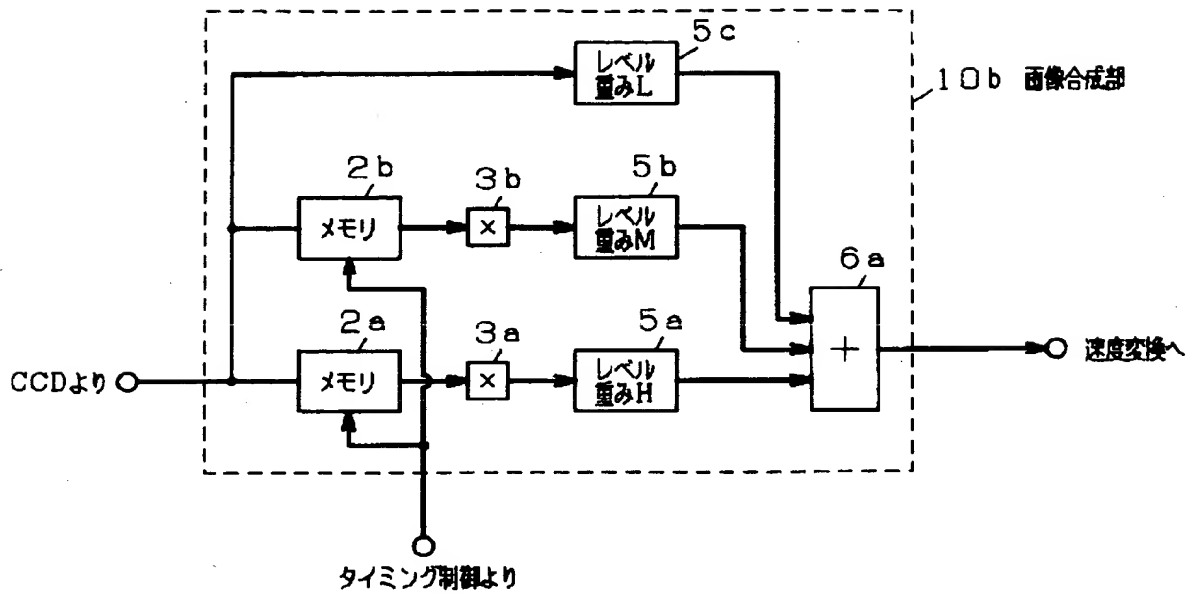
【図5】



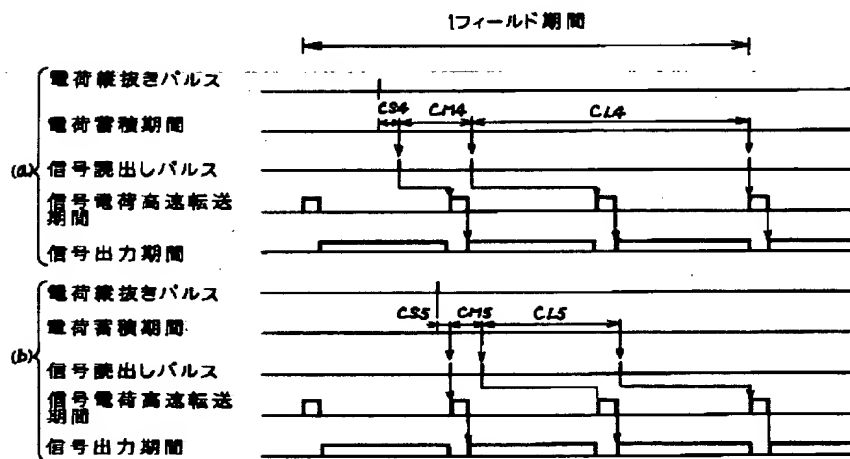
【図9】



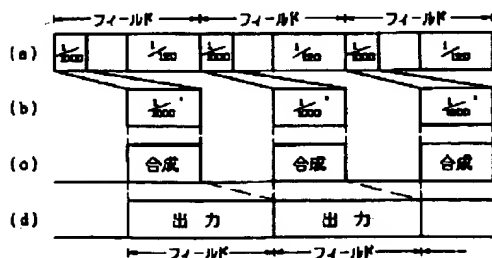
【図7】



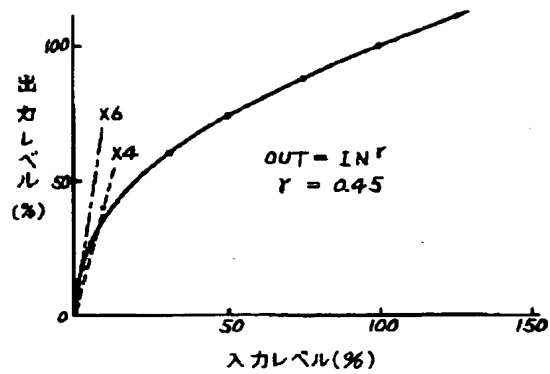
【図8】



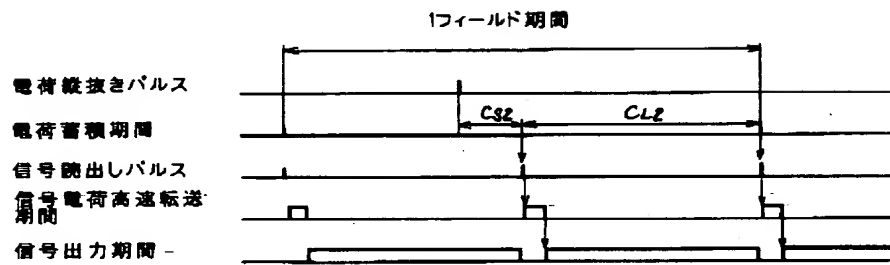
【図18】



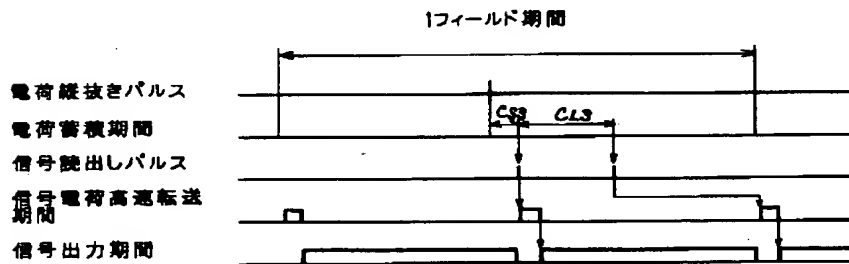
【図10】



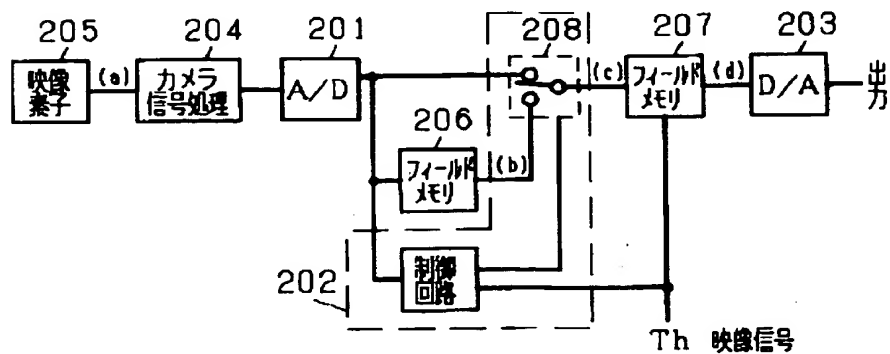
【図13】



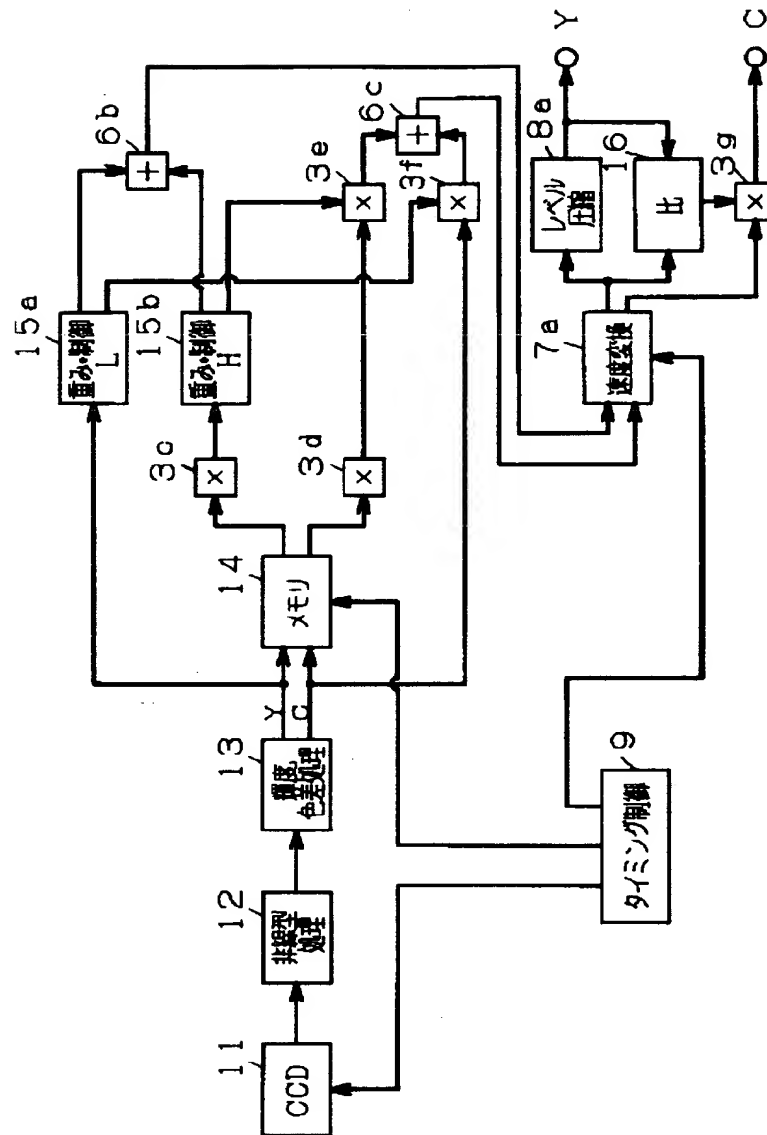
【図14】



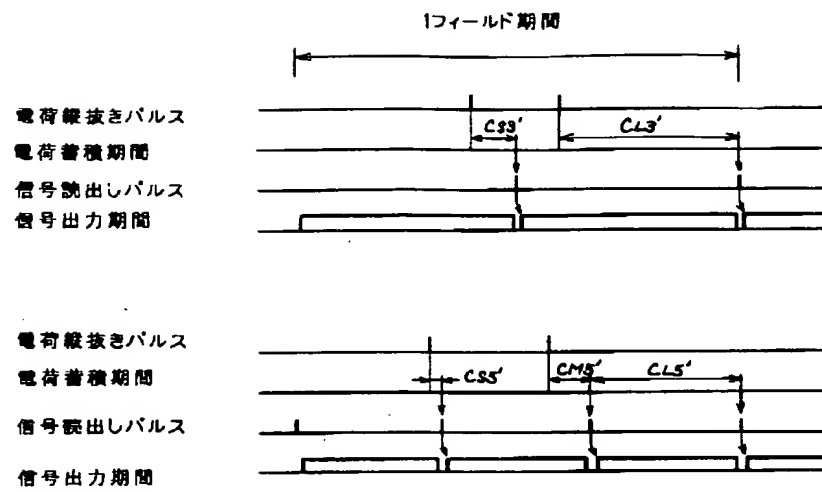
【図17】



【図11】

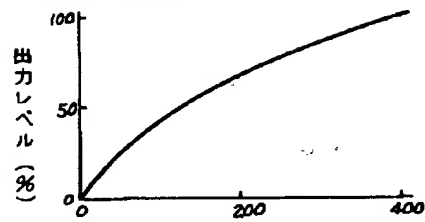


【図15】

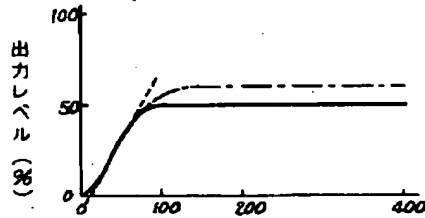


【図16】

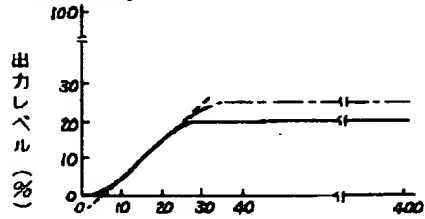
(a) DC~低周波域



(b) 中周波域



(c) 高周波域



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**